

环境空气质量综合评价方法的改进及应用

潘 繁

(安徽省环境监测中心站, 安徽 合肥 230061)

摘 要: 利用模糊数学综合评价环境空气质量是目前常用的方法之一。针对原有环境空气质量综合评价方法的不足, 以及无法在同一等级环境空气质量下对空气质量优劣作出评判, 提出可通过对评价标准的细分和比较欧氏距离最小值的隶属度, 来确定在同一环境空气质量等级下的环境空气质量的细微差异。

关键词: 环境空气质量; 综合评价; 方法

中图分类号: X 823

文献标识码: B

文章编号: 1006- 2009(2001) 01- 0043- 02

基于模糊数学综合评判理论为基础的环境空气质量综合评价方法^[1], 其评价结果用隶属度来表示, 一般采用模糊数学中的最大隶属原则来判定, 而评价结果 $B = (b_1, b_2, \dots, b_k, \dots, b_m)$, b_k 为最大值, 则评价结果隶属环境空气质量标准的第 K 等级上。但该最大隶属原则忽略了隶属度的集中和离散的趋势, 以致使评价结果出现较大的偏差。为解决该问题, 汪凤娣^[2] 提出了环境质量综合评价的改进方法, 用等级分数矩阵和评价值的概念及最小隶属原则较好地解决了以上矛盾, 并能客观、细致地确定环境空气质量的评价等级。但通过对汪凤娣改进的综合评价方法的实际运用, 发现, 对处于同一环境空气质量等级下的环境空气质量的优劣, 则无法进行更细一步的划分和区别。如对安徽省黄山风景区空气质量的监测结果表明, 黄山风景区的整体空气环境质量优于空气环境质量标准一级。但若要对黄山风景区整体空气环境质量进行综合评价, 以便更精确地区别各个景区或测点的空气环境质量优劣时, 应用模糊数学评价法和汪凤娣改进的综合评价方法就无法满足。为解决这一问题, 对汪凤娣提出的综合评价模型作了进一步的改进, 即对同一级标准的标准值再等比例细化, 通过对欧氏距离绝对值的最小值大小的比较, 来确定各个测点环境空气质量的优劣。

1 改进的环境空气质量综合评价模型

1.1 综合评价理论

设影响环境空气质量的因素有 n 项, 它们组成一个因素集:

$$\mu = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$$

取环境空气质量标准的评价集:

$$v = \{v_1, v_2, \dots, v_m\} = \{I, II, III\}$$

各因素在环境空气质量结构中影响权重的集合成权向量:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$$

a_i 表示为:

$$\left. \begin{aligned} a_i &= \frac{X_i / S_i}{\sum_{k=1}^n (X_k / S_k)} \\ S_i &= \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_{ij} \end{aligned} \right\} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中: S_{ij} 为第 i 种因素的第 j 级标准值; X_i 为第 i 种因素的实测值。

设 μ 到 v 的模糊关系矩阵为 R , 它的矩阵元 r_{ij} 为第 i 种因素实测值对第 j 级标准的隶属度。做模糊变换:

$$B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m) \quad (2)$$

式中: $b_j = \sum_{i=1}^n a_i \times r_{ij}$, 是为了把各因素对环境空气的影响都考虑进去, 故采用矩阵乘法。(2) 式即为环境空气质量的综合评价。

1.2 环境评价值

定义等级分数矩阵:

$$G = (0.5, 0, -0.5) \quad (3)$$

$$E = B \cdot G^t \quad (4)$$

(4) 式中: B 是环境空气质量对评价集 v 上的隶属

收稿日期: 2000- 08- 01; 修订日期: 2000- 10- 29

作者简介: 潘 繁(1966-), 女, 安徽寿县人, 工程师, 大学, 已发表论文 4 篇。

度行矩阵, G^1 是 G 的转置矩阵。

评价环境空气质量, 如果环境空气质量的评价结果绝对隶属度属于 I 类标准, 即 v_1 上, 则 $B = (0.5, 0, 0)$, 这时的评价值 $E = 0.5$ 。当环境空气质量的评价结果依次隶属于 v_2, v_3 时, 则相应的评价值 E 依次取 $0, -0.5$ 。所以, 称 $0.5, 0, -0.5$ 为环境空气质量评价等级 v_1, v_2, v_3 的特征评价值, 并用符号 E_1, E_2, E_3 分别表示。因此, 对于环境空气质量评价来说, $E_1 = 0.5, E_2 = 0, E_3 = -0.5$ 称为环境空气质量标准等级 I、II、III 的特征评价值。

1.3 最小隶属原则

把环境评价值与评价集上 v_j 的特征评价值 E_j 的差, 定义为 B 对评价等级 v_j 的欧氏距离, 即:

$$\Delta E_j = E - E_j \quad (5)$$

欧氏距离绝对值 ΔE_j 的大小表示了 B 相对于 v_j 的集中程度, 如果 $|\Delta E_j|$ 越小, 则 B 相对于 v_j 的集中程度越大, 反之亦然。

最小隶属原则如下: 在 $|\Delta E_j| = |E - E_j| (j = 1, 2, \dots, m)$ 各项中, 如果 E 与第 K 个特征评价值 E_k 的欧氏距离绝对值最小, 即 $|\Delta E_k|_{\min}$, 那么评价结果隶属于评价等级 v_j 。

2 黄山风景区环境空气质量综合评价

1996 年 11 月份, 安徽省环境监测中心站对黄山风景区 10 个位置的环境空气质量进行了监测, 各监测点位的监测结果(日平均值)见表 1。

表 1 黄山风景区环境空气质量监测结果 mg/Nm^3

序号	点位名称	TSP	NO _x	SO ₂
1	桃源宾馆	0.012	0.0115	0.009
2	黄山宾馆	0.003	0.014	0.008
3	云谷寺	0.012	0.005	0.007
4	玉屏楼	0.003	0.0034	0.005
5	光明顶	0.001	0.0078	0.024
6	逍遥亭	0.019	0.025	0.010
7	西海宾馆	0.003	0.0045	0.007
8	黄山大门	0.013	0.05	0.009
9	松谷庵	0.016	0.004	0.005
10	慈光阁	0.009	0.0025	0.006

在改进的方法中将同属于《环境空气质量标准》I 级标准的标准值再等比例细化, 见表 2。

采用改进的环境空气质量综合评价模型, 以第一测点为例, 由(1)式计算出:

$$A = (0.253, 0.456, 0.291) \quad (6)$$

由表 1 各因素日均值和对应标准等级的隶属

度得到模糊关系矩阵如下:

表 2 环境空气质量标准分级 mg/Nm^3

污染因子	I'	II'	III'	备注
TSP	0.0150	0.0300	0.12	III' 相当于大气环境质量 I 级标准, II' 为 I 值的 1/4, I' 为 I 值的 1/8。
NO _x	0.0062	0.0125	0.05	
SO ₂	0.1225	0.0250	0.10	

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0.56 & 0.44 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

把(6)式和(7)式代入(2)式可得:

$$B = A \cdot R = (0.802, 0.198, 0.000) \quad (8)$$

把(8)式代入(4)式, 得出“桃源宾馆”测点环境空气质量评价值为:

$$E = 0.401 \quad (9)$$

由(5)式计算出欧氏距离最小值:

$$|\Delta E_2|_{\min} = 0.099$$

再将其余各测点空气质量实测值代入模型计算, 得出各测点的欧氏距离最小值, 见表 3。

表 3 各测点环境空气质量欧氏距离最小值

测点名称	ΔE_{\min}	测点名称	ΔE_{\min}
桃源宾馆	0.099	逍遥亭	0.162
黄山宾馆	0.093	西海宾馆	0.038
云谷寺	0.027	黄山大门	0.027
玉屏楼	0.000	松谷庵	0.016
光明顶	0.054	慈光阁	0.000

按各测点欧氏距离最小值的大小, 确定黄山风景区环境空气质量优劣的排列顺序为: 慈光阁、玉屏楼、松谷庵、云谷寺、黄山大门、西海宾馆、光明顶、黄山宾馆、桃源宾馆、逍遥亭。

3 结论

通过对环境质量综合评价模型的改进, 引入环境评价值, 并通过欧氏距离最小值的比较, 可以对处于同一标准等级的环境质量作进一步的区分, 从而为更细微的确定相同质量等级状况的差异提供了一种有效的评价方法。

[参考文献]

[1] 楼世博. 模糊数学[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
 [2] 汪凤娣. 环境质量综合评价方法的改进[J]. 中国环境监测, 1992, (2): 54~55.

本栏目责任编辑 董思文